

### Brennstoffeinspritzventil

#### Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Es ist schon ein Brennstoffeinspritzventil aus der US 4 759 335 bekannt mit einem Ventilschließkörper, der mit einem Dichtsitz eines Ventilsitzes zusammenwirkt, und mit einem stromab des Dichtsitzes angeordneten Strömungsaustrittsbereich. Das bekannte Brennstoffeinspritzventil erzeugt ein Spray, dessen mittlerer Tropfendurchmesser für zukünftige Abgasemissionsvorschriften nicht hinreichend gering ist.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß auf einfache Art und Weise die Zerstäubung verbessert wird, indem in dem Strömungsaustrittsbereich die Kraftstoffströmung beeinflussende Unebenheiten bzw. Erhebungen angeordnet sind. Auf diese Weise kann der mittlere Tropfendurchmesser des Sprays ohne Aufwendung von zusätzlicher Hilfsenergie

- 2 -

verringert werden, so daß geringere Abgasemissionen erreichbar sind.

5 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

10 Besonders vorteilhaft ist, wenn der Strömungsaustrittsbereich durch eine erste Wandung und eine der ersten Wandung gegenüberliegende zweite Wandung gebildet ist, wobei zwischen der ersten Wandung und der zweiten Wandung ein Austrittsspalt gebildet ist, da der Kraftstoffstrahl auf diese Weise definiert geführt aus dem  
15 Brennstoffeinspritzventil ausströmt.

Auch vorteilhaft ist, wenn in Strömungsrichtung gesehen die zweite Wandung mit einer zweiten Abströmkante nach der ersten Wandung mit einer ersten Abströmkante endet, da dies  
20 eine besonders einfache Ausführungsform darstellt.

Gemäß einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel haben die Erhebungen eine senkrecht zu einer Oberfläche des Strömungsaustrittsbereichs gemessene Höhe, die kleiner ist  
25 als 100 Mikrometer und größer ist als die Rauigkeitsspitzen der Grundfläche.

Sehr vorteilhaft ist, wenn die Erhebungen im Austrittsspalt angeordnet sind, da auf diese Weise eine sogenannte  
30 Karmann'sche Wirbelstraße erzeugbar ist, deren periodisch ablösende Wirbel Turbulenz erzeugen, so daß der Kraftstoffstrahl in kleinere Tropfen als beim Stand der Technik zerfällt.

- 3 -

Darüber hinaus vorteilhaft ist, wenn die Erhebungen stromab der ersten Abströmkante angeordnet sind, da der Kraftstoffstrahl auf diese Weise bereits an den Erhebungen in viele Einzelstrahlen mit großer Strahloberfläche zerfällt.

Des weiteren vorteilhaft ist, wenn die Erhebungen zylinderförmig, tetraederförmig, pyramidenförmig, kegelförmig, prismaförmig, quaderförmig, halbkugelförmig oder noppenförmig ausgebildet sind, da auf diese Weise eine hinreichend große Turbulenz in dem aus dem Brennstoffeinspritzventil austretenden Kraftstoffstrahl erzeugbar ist, um die Oberfläche des Kraftstoffstrahls zum Schwingen anzuregen und den Kraftstoffstrahl dadurch in sehr kleine Tropfen zu zerstäuben.

Weiterhin vorteilhaft ist, wenn die Höhe der Erhebungen stromabwärts kontinuierlich oder stufenförmig ansteigt oder abnimmt, da der Kraftstoffstrahl an den Erhebungen in viele Einzelstrahlen aufgespalten wird, die dann stromab weniger häufig mit anderen Einzelstrahlen kollidieren.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Erhebungen in quer zur Strömung vorgesehenen Reihen angeordnet, wobei die Reihen beispielsweise zueinander versetzt vorgesehen sind.

Darüber hinaus vorteilhaft ist, die Erhebungen mittels Aufrauhen, Mikroprägen, Laserabtragen, Ätzen, Mikrogalvanik oder Aufbringen einer Beschichtung zu erzeugen, da dies geeignete Verfahren zum Herstellen der Erhebungen sind.

- 4 -

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen Fig.1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils, Fig.2 eine abschnittsweise Draufsicht auf das erste Ausführungsbeispiel, Fig.3 ein zweites Ausführungsbeispiel, Fig.4 ein drittes Ausführungsbeispiel, Fig.5 eine abschnittsweise Draufsicht auf das dritte Ausführungsbeispiel, Fig.6 ein viertes Ausführungsbeispiel, Fig.7 ein fünftes Ausführungsbeispiel, Fig.8 ein sogenanntes A-Ventil und Fig.9 ein sogenanntes I-Ventil.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig.1 zeigt vereinfacht ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß ausgebildeten Brennstoffeinspritzventils.

Das Brennstoffeinspritzventil dient dazu, Kraftstoff als Spray fein zu zerstäuben, um den Kraftstoffverbrauch und die Abgasemissionen zu senken. Der Kraftstoff wird beispielsweise bei der sogenannten Saugrohreinspritzung in ein Ansaugrohr oder bei der sogenannten Direkteinspritzung direkt in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

Das Brennstoffeinspritzventil hat ein Ventilgehäuse 1 mit einem Eingangskanal 2 für den Kraftstoff. In dem Ventilgehäuse 1 ist ein schematisch dargestellter Aktor 3 zur axialen Verstellung einer Ventilnadel 4 angeordnet. Der Aktor 3 ist beispielsweise ein mit einer erregbaren Spule

- 5 -

zusammenwirkender Magnetanker, ein Hydraulikelement, ein Piezoaktor oder ähnliches.

Die Ventilmadel 4 ist in dem Ventilgehäuse 1 axial beweglich vorgesehen und weist beispielsweise einen dem Aktor 3 zugewandten Nadelschaft 7 und einen dem Aktor 3 abgewandten Ventilschließkörper 8 auf. Der Aktor 3 überträgt seine Bewegung direkt oder indirekt auf den Nadelschaft 7 der Ventilmadel 4, wodurch der mit einem Ventilsitz 9

zusammenwirkende Ventilschließkörper 8 das Brennstoffeinspritzventil in Richtung einer Ventilachse 5 öffnet oder schließt. Das Brennstoffeinspritzventil weist beispielsweise einen sogenannten Kugel-Kegelsitz auf, wobei der Ventilsitz 9 beispielsweise kegelförmig ausgebildet ist und der Ventilschließkörper 8 einen mit dem Ventilsitz 9 zusammenwirkenden Kugel- oder Radienabschnitt 10 aufweist. Das Brennstoffeinspritzventil kann aber selbstverständlich auch eine andere Ausbildung, beispielsweise einen Kugel-Kugelsitz, einen Kegel-Kegelsitz oder einen Kegel-Kugelsitz aufweisen. Bei geschlossenem Brennstoffeinspritzventil liegt der Ventilschließkörper 8 über seinen gesamten Umfang an dem Ventilsitz 9 mit Linien- oder Flächenberührung dicht an, was im folgenden als Dichtsitz 11 bezeichnet wird.

Stromab des Ventilsitzes 9 schließt sich ein Strömungsaustrittsbereich 14 an, von dem aus der Kraftstoff als sogenannter Freistrahle der von der Brennkraftmaschine angesaugten Luft zugemischt wird.

Der Strömungsaustrittsbereich 14 ist durch eine erste Wandung 15 und eine der ersten Wandung 15 gegenüberliegende zweite Wandung 16 gebildet, wobei zwischen der ersten Wandung 15 und der zweiten Wandung 16 ein Austrittsspalt 17 gebildet ist, durch den der Kraftstoff 20 bei geöffnetem Brennstoffeinspritzventil ausströmt. Die erste Wandung 15

- 6 -

erstreckt sich vom Dichtsitz 11 ausgehend bis zu einer ersten Abströmkante 18 und die zweite Wandung 16 vom Dichtsitz 11 ausgehend in Strömungsrichtung bis zu einer zweiten Abströmkante 19.

5

Die erste Wandung 15 und die zweite Wandung 16 können beispielsweise einteilig miteinander verbunden oder auch jeweils an einem separaten Teil vorgesehen sein. Der Austrittsspalt 17 ist als ein geschlossener Strömungskanal ausgeführt, dessen Querschnitt beliebige Form haben kann, beispielsweise kreisförmig, ringförmig oder rechteckförmig. Die zweite Wandung 16 mit der zweiten Abströmkante 19 endet auf der dem Dichtsitz 11 abgewandten Seite stromab der ersten Abströmkante 18 der ersten Wandung 15. Die erste Abströmkante 18 und die zweite Abströmkante 19 können aber selbstverständlich auch in einer gleichen zur Ventilachse 5 senkrechten Ebene liegen.

10

15

20

Erfindungsgemäß sind in dem Strömungsaustrittsbereich 14 Unebenheiten bzw. Erhebungen 22 angeordnet, die in die Kraftstoffströmung hineinragen und diese auf diese Weise beeinflussen bzw. stören.

25

Die Erhebungen 22 sind gegenüber einer beispielsweise an der zweiten Wandung 16 ausgebildeten Grundfläche 23 des Strömungsaustrittsbereichs 14 erhaben ausgebildet und haben eine senkrecht zu der Grundfläche 23 gemessene Höhe, die beispielsweise kleiner als 100 Mikrometer und größer ist als die Höhe der Rauigkeitsspitzen der Grundfläche 23.

30

Die Erhebungen 22 können beliebig nebeneinander angeordnet sein, beispielsweise in einer oder mehreren, quer zur Strömung stehenden Reihen 24 (Fig.2). Die Reihen 24 sind in Strömungsrichtung gesehen hintereinander angeordnet, wobei beispielsweise jeweils die Erhebungen 22 einer Reihe 24 zu

35

- 7 -

den Erhebungen 22 der benachbarten Reihen 24 zueinander versetzt angeordnet sind.

5 Die Erhebungen 22 können in dem Austrittsspalt 17 und/oder bei stromabwärts liegender zweiter Abströmkante 19 stromab der ersten Abströmkante 18 angeordnet sein. Die Erhebungen 22 können an der ersten Wandung 15 und/oder an der zweiten Wandung 16 vorgesehen sein. Die Erhebungen 22 ragen von einer der beiden Wandungen 15,16 ausgehend in den  
10 Austrittsspalt 17 hinein und können bis an die gegenüberliegende Wandung 15,16 reichen.

Die Unebenheiten bzw. Erhebungen 22 sind beispielsweise zylinderförmig, tetraederförmig, pyramidenförmig,  
15 kegelförmig, prismaförmig, quaderförmig, halbkugelförmig, noppenförmig oder ähnlich ausgebildet.

Die Ausrichtung der Erhebungen 22 zur Strömung ist beliebig, beispielsweise können die Erhebungen 22 mit einer Kante oder  
20 einer Fläche in Richtung der Strömung ausgerichtet sein.

Pyramiden und Tetraeder haben eine strömungsgünstige Form, die Strömungsverwirbelungen auf der stromabwärtigen Seite vermeidet oder zumindest verringert, so daß keine oder nur  
25 wenig Ablagerungen an der stromabwärtigen Seite der Pyramiden oder Tetraeder auftreten.

Der Kraftstoff wird im Ventilgehäuse 1 ausgehend vom Eingangskanal 2 bis an den Ventilschließkörper 8 stromauf  
30 des Dichtsitzes 11 geleitet. Beim Öffnen des Brennstoffeinspritzventils hebt der Ventilschließkörper 8 von dem Dichtsitz 11 ab, so daß Kraftstoff über eine zwischen dem Ventilschließkörper 8 und dem Ventilsitz 9 gebildete Ausgangsöffnung als Kraftstoffstrahl in den

- 8 -

Austrittsspalt 17 des Strömungsaustrittsbereichs 14 ausströmt.

5 In dem Austrittsspalt 17 wird der Kraftstoffstrahl über den gesamten Umfang durch die Fläche des Strömungsaustrittsbereichs 14 geführt, während der Kraftstoffstrahl bei in Strömungsrichtung stromabwärts liegender zweiter Abströmkante 19 stromab der ersten Abströmkante 18 als Teilfreistrahls nur noch teilweise am  
10 Umfang geführt ist. Der Kraftstoffstrahl verläßt den Strömungsaustrittsbereich 14 des Brennstoffeinspritzventils stromab der zweiten Abströmkante 19 als vollständiger Freistrahls und zerfällt in viele kleine Einzeltropfen. Je geringer der gemittelte Tropfendurchmesser ist, desto  
15 geringer ist der Verbrauch der Brennkraftmaschine und desto geringer sind die Abgasemissionen.

Der bei geöffnetem Brennstoffeinspritzventil durch den Austrittsspalt 17 austretende Kraftstoffstrahl umströmt  
20 und/oder überströmt die Erhebungen 22, wobei in der Strömung erhebliche Turbulenzen erzeugt werden, die an der Oberfläche des Kraftstoffstrahls Schwingungen anregen. Durch die Schwingungen an der Oberfläche des Kraftstoffstrahls zerfällt der Kraftstoffstrahl in besonders kleine Tropfen.  
25 Diese Verbesserung der Zerstäubung ist erreicht, ohne zusätzliche Energie aufzuwenden. Die Anordnung der Erhebungen 22 im Strömungsaustrittsbereich 14 ist daher eine einfache und kostengünstige Art und Weise, kleinere Tropfendurchmesser als beim Stand der Technik zu erzeugen.

30 Wenn die Erhebungen 22, wie beispielsweise die Pyramiden und die Tetraeder, schräge Flächen aufweisen, wird der Kraftstoffstrahl beim Umströmen und/oder Überströmen der Erhebungen 22 bereits in viele Einzelstrahlen geteilt, da  
35 die Strömung den schrägen Flächen folgend quer zur



Hauptströmung abgelenkt wird und jeweils an den stromabwärtigen Kanten der Erhebungen 22 als Freistrahл abreißt. Die an den Erhebungen 22 erzeugten Einzelstrahlen haben insgesamt eine größere Strahloberfläche als der Kraftstoffstrahl stromauf der Erhebungen 22.

Die Erhebungen 22 sind beispielsweise auch mittels Aufrauhen, Sandstrahlen, Rollieren, Mikroprägen, Laserabtragen, Ätzen, Mikrogalvanik oder Aufbringen einer Beschichtung erzeugt.

Fig.2 zeigt in einer Draufsicht vereinfacht eine Teilansicht des ersten Ausführungsbeispiels gemäß Fig.1. Bei dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.2 sind die gegenüber dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Fig.3 zeigt in einem Teilschnitt vereinfacht ein zweites Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils.

Bei dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.3 sind die gegenüber dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 und Fig.2 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Das Brennstoffeinspritzventil nach Fig.3 unterscheidet sich von dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 darin, daß die Erhebungen 22 nicht als Pyramiden, sondern als Zylinder ausgebildet sind.

Fig.4 zeigt in einem Teilschnitt vereinfacht ein drittes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils.

Bei dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.4 sind die gegenüber dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 bis Fig.3

- 10 -

gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Das Brennstoffeinspritzventil nach Fig.4 unterscheidet sich von dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 darin, daß die Erhebungen 22 nicht als Pyramiden, sondern als Tetraeder ausgebildet sind.

Die Höhe der Erhebungen 22, beispielsweise der Tetraeder, kann in Strömungsrichtung stufenweise oder kontinuierlich abnehmen oder zunehmen. Da die an den Erhebungen 22 abreißen Einzelstrahlen 26 im unterschiedlichen Abstand zur Grundfläche 23 als Freistrahle abreißen, kommt es zu wenig Kollisionen zwischen den Einzelstrahlen 26, so daß diese erhalten bleiben und eine große Oberfläche aufweisen.

Die Höhe der Erhebungen 22 einer Reihe 24 ist beispielsweise konstant, kann aber auch verändert werden, beispielsweise gemäß einer Sinuskurve.

Fig.5 zeigt in einer Draufsicht vereinfacht eine Teilansicht des dritten Ausführungsbeispiels gemäß Fig.4. Bei dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.5 sind die gegenüber dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Fig.6 zeigt in einem Teilschnitt vereinfacht ein viertes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils.

Bei dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.6 sind die gegenüber dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 bis Fig.5 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

- 11 -

Das Brennstoffeinspritzventil nach Fig.6 unterscheidet sich von dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 darin, daß die Erhebungen 22 als Noppen ausgebildet sind.

5 Die Erhebungen 22 sind beispielsweise als eine Strukturschicht 25 galvanisch aufgetragen. Die Strukturschicht 25 besteht aus einer ebenen Schicht 26, auf der beispielsweise halbkugelförmige Erhebungen 22 vorgesehen sind. Die Strukturschicht 25 ist beispielsweise aus Chrom  
10 hergestellt. Der Durchmesser der halbkugelförmigen Erhebungen 22 liegt beispielsweise zwischen 0 und 30 Mikrometern. Die Strukturschicht 25 läßt sich beispielsweise mittels eines bekannten Strukturchromverfahrens herstellen. Die Dicke der Strukturschicht 25 nimmt beispielsweise an  
15 einem dem Dichtsitz 11 zugewandten Rand der Strukturschicht 25 kontinuierlich ab, um einen die Kraftstoffströmung störenden Absatz zu vermeiden.

Die Herstellung der Strukturschicht 25 erfordert keine  
20 hochpräzise Bearbeitung der Oberfläche und ist daher einfach und kostengünstig.

Fig.7 zeigt in einem Teilschnitt vereinfacht ein fünftes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils.

25 Bei dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.7 sind die gegenüber dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 bis Fig.6 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

30 Das Brennstoffeinspritzventil nach Fig.7 unterscheidet sich von dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 darin, daß die Erhebungen 22 im Austrittsspalt 17 des Strömungsaustrittsbereichs 14 angeordnet sind und von der ersten Wandung 15 zur zweiten Wandung 16 reichen.

35

- 12 -

Bei Anordnung der Erhebungen 22 im Austrittsspalt 17 bildet sich in der Strömung stromab jeder Erhebung 22 eine sogenannte Wirbelschleppe aus, die auch als Karmann'sche Wirbelstraße bezeichnet wird. Mit der Strömung lösen  
5 periodisch Wirbel von jeder Erhebung 22 ab, die in der Strömung zusätzliche Turbulenz erzeugen und auf diese Weise ein Zerfallen des Kraftstoffstrahls in möglichst kleine Tropfen fördern. Je kleiner der angeströmte Querschnitt der Erhebung 22 ist und je kleiner die Abstände zwischen den  
10 Erhebungen 22 sind, desto höher ist die von der Wirbelschleppe erzeugte Turbulenz. Das Versetzen der einzelnen Reihen 24 zueinander erhöht ebenso die Turbulenz im Kraftstoffstrahl.

15 Fig.8 zeigt vereinfacht ein sogenanntes A-Ventil, dessen Ventilschließkörper 8 einen Hub in Strömungsrichtung gesehen nach außen ausführt.

Bei dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.8 sind die  
20 gegenüber dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 bis Fig.7 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist die erste Wandung 15 am  
25 Ventilsitz 9 und die zweite Wandung 16 an dem Ventilschließkörper 8 ausgebildet. Der Ventilschließkörper 8 erweitert sich von einem dem Aktor 3 abgewandten Ende des Nadelschafts 7 ausgehend in Strömungsrichtung bis zu der zweiten Abströmkante 19, die gegenüber der an dem Ventilsitz 9 ausgebildeten ersten Abströmkante 18 in Strömungsrichtung  
30 stromabwärts liegt. Der Ventilsitz 9 erweitert sich stromab des Dichtsitzes 11 bis zu der ersten Abströmkante 18.

Zwischen dem Ventilschließkörper 8 und dem Ventilsitz 9 ist  
35 der Austrittsspalt 17 vorgesehen.

- 13 -

Die Erhebungen 22 sind beispielsweise am Ventilschließkörper 8 stromab des Dichtsitzes 11 und stromauf der zweiten Abströmkante 19 und/oder am Ventilsitz 9 stromab des Dichtsitzes 11 und stromauf der ersten Abströmkante 18 vorgesehen.

Fig.9 zeigt vereinfacht ein sogenanntes I-Ventil, dessen Ventilschließkörper 8 einen Hub entgegen der Strömungsrichtung nach innen ausführt.

Bei dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.9 sind die gegenüber dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 bis Fig.8 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel bilden die erste Wandung 15 und die zweite Wandung 16, die an einem Ventilsitzkörper 31 ausgebildet sind, den als Strömungskanal ausgebildeten Austrittsspalt 17. Der Strömungskanal ist stromab des Ventilsitzes in einem ersten Bereich 29 beispielsweise zylindrisch ausgeführt und erweitert sich anschließend in einem zweiten Bereich 30 in Strömungsrichtung kegelförmig. Die erste Abströmkante 18 und die zweite Abströmkante 19 liegen in einer Ebene. Die Erhebungen 22 sind beispielsweise in dem zweiten Bereich 30 angeordnet.

Bei geöffnetem Brennstoffeinspritzventil wird der Kraftstoff beispielsweise mittels einer nicht dargestellten Drallscheibe in Rotation versetzt, so daß die in den Austrittsspalt 17 eintretende Strömung durch die Zentrifugalkraft eine rotationssymmetrische Lamelle bildet und an der ersten Wandung 15 und der zweiten Wandung 16 entlang strömt. Dabei umströmt und überströmt der Kraftstoff

- 14 -

die Erhebungen 22 und wird stromab der Erhebungen 22 fein  
zerstäubt.

5

## 10       Ansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil mit einem Ventilschließkörper,  
der mit einem Dichtsitz eines Ventilsitzes zusammenwirkt,  
und mit einem stromab des Dichtsitzes angeordneten  
15 Strömungsaustrittsbereich für Kraftstoff, dadurch  
gekennzeichnet, dass in dem Strömungsaustrittsbereich  
(14) die Kraftstoffströmung beeinflussende Erhebungen  
(22) angeordnet sind.
- 20 2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, dass der Strömungsaustrittsbereich (14)  
durch eine erste Wandung (15) und eine der ersten Wandung  
(15) gegenüberliegende zweite Wandung (16) gebildet ist,  
wobei zwischen der ersten Wandung (15) und der zweiten  
25 Wandung (16) ein Austrittsspalt (17) vorgesehen ist.
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Erhebungen (22) an der ersten  
Wandung (15) und/oder an der zweiten Wandung (16) des  
30 Strömungsaustrittsbereichs (14) angeordnet sind.

35

- 16 -

4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Wandung (16) mit einer zweiten Abströmkante (19) gegenüber der ersten Wandung (15) mit einer ersten Abströmkante (18) in Strömungsrichtung nach der ersten Abströmkante (18) endet.
5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (22) eine senkrecht zu einer Oberfläche (23) des Strömungsaustrittsbereichs (14) gemessene Höhe aufweisen, die kleiner ist als 100 Mikrometer und größer ist als die Rauigkeitsspitzen der Oberfläche (23).
6. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (22) im Austrittsspalt (17) angeordnet sind.
7. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (22) stromab der ersten Abströmkante (18) angeordnet sind.
8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (22) zylinderförmig, tetraederförmig, pyramidenförmig, kegelförmig, prismaförmig, quaderförmig, halbkugelförmig oder noppenförmig ausgebildet sind.
9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der Erhebungen (22) stromabwärts kontinuierlich oder stufenförmig ansteigt oder abnimmt.



- 17 -

10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (22) in einer oder mehreren, quer zur Strömung angeordneten Reihen (24) vorgesehen sind.

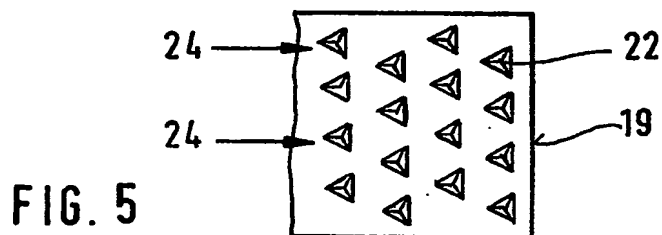
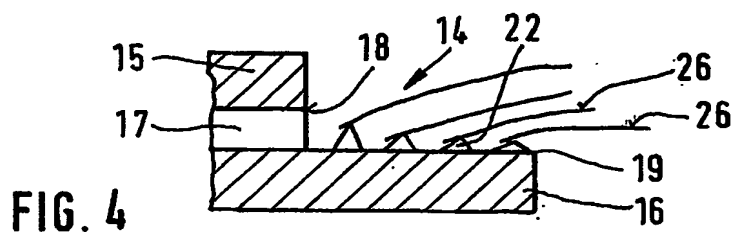
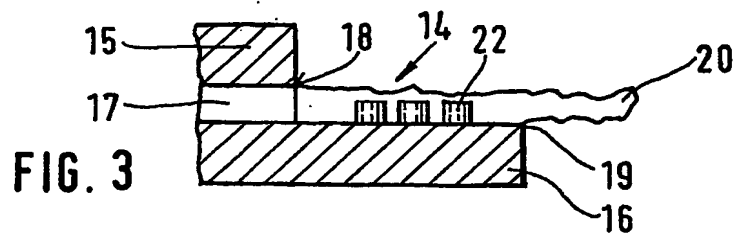
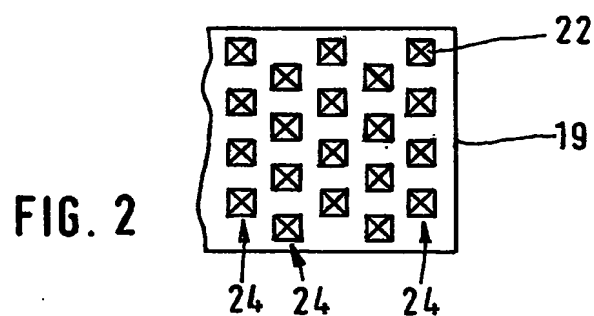
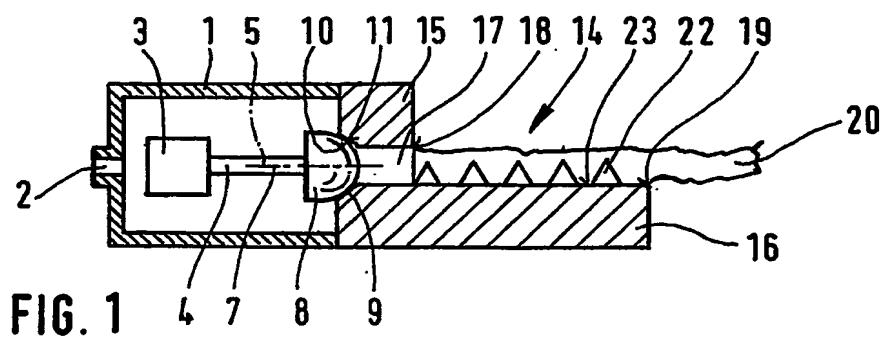
5

11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (22) von Reihe (24) zu Reihe (24) zueinander versetzt angeordnet sind.

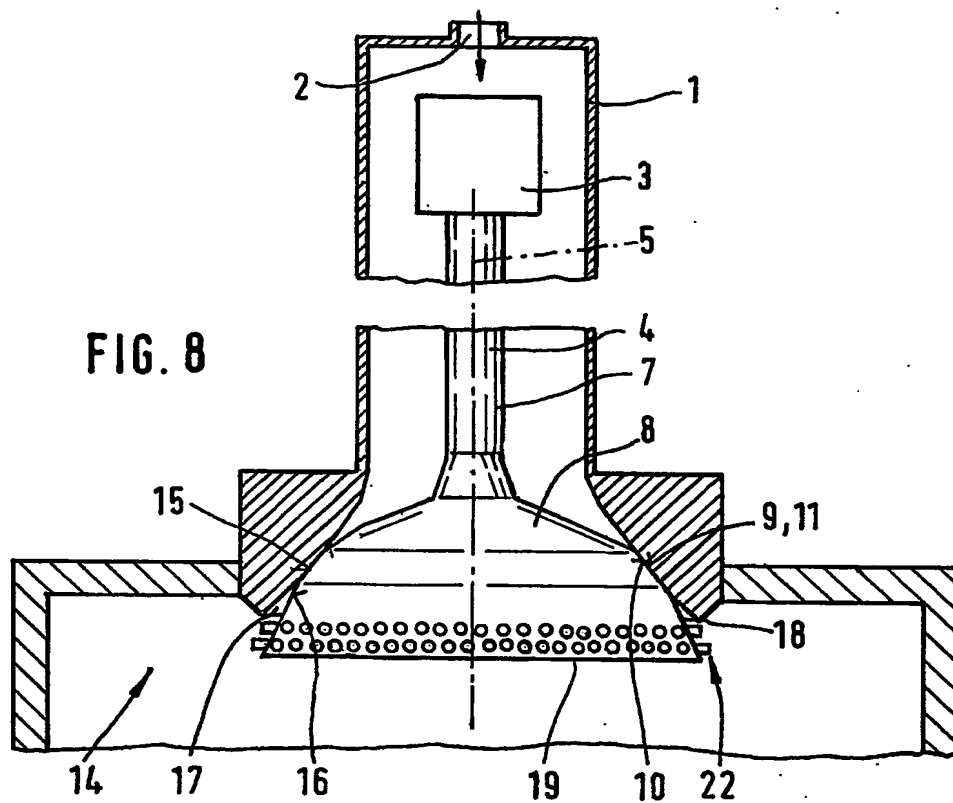
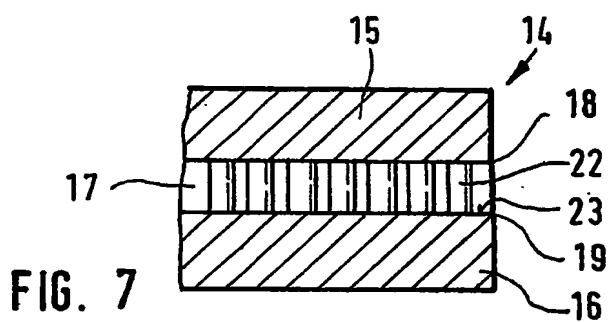
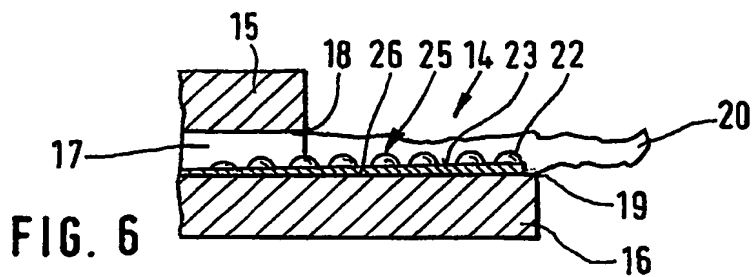
10

12. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (22) mittels Aufrauhen, Mikroprägen, Laserabtragen, Ätzen, Mikrogalvanik oder Aufbringen einer Beschichtung erzeugt sind.

1/3



2/3



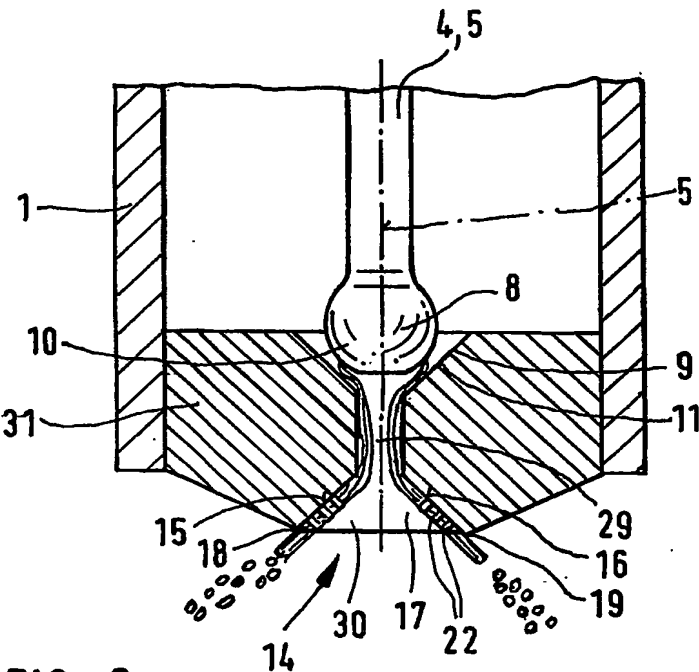


FIG. 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/052604

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 F02M61/18 F02M61/16		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F02M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/141387 A1 (XU MIN) 31 July 2003 (2003-07-31) paragraph '0016! paragraphs '0022!, '0024! - '0026!; figures 9,10	1-8,10, 12
X	US 2003/164412 A1 (IWASE SATORU) 4 September 2003 (2003-09-04) abstract; figure 3	1,3,6,8, 10
X	US 5 058 810 A (BONFIGLIOLI SILVERIO ET AL) 22 October 1991 (1991-10-22) column 2, line 49 - column 3, line 3 column 3, lines 7,8,45-48; figures 2-7 ----- -/--	1-3,5,9, 12
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.</span> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Special categories of cited documents :</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">19 January 2005</div>		Date of mailing of the international search report  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">27/01/2005</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Boye, M</div>

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/052604

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 551 633 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21 July 1993 (1993-07-21) column 1, lines 40-44 column 2, lines 18-30; figures 1,2	1-3,5
X	US 5 924 634 A (FUCHS HEINZ ET AL) 20 July 1999 (1999-07-20) column 8, lines 31-53	1
X	EP 0 692 625 A (NEW SULZER DIESEL AG) 17 January 1996 (1996-01-17) abstract; figure 2	1
X	US 2002/100821 A1 (HIRATA HIROAKI ET AL) 1 August 2002 (2002-08-01) abstract; figures 6,7,12	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/052604

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 2003141387	A1	31-07-2003	DE	10303858 A1	14-08-2003
			GB	2386156 A ,B	10-09-2003
US 2003164412	A1	04-09-2003	JP	2003254190 A	10-09-2003
			DE	10308588 A1	18-09-2003
US 5058810	A	22-10-1991	IT	214617 Z2	09-05-1990
			DE	3920681 A1	28-12-1989
			FR	2633334 A1	29-12-1989
			GB	2221250 A	31-01-1990
EP 0551633	A	21-07-1993	DE	4200709 A1	15-07-1993
			EP	0551633 A1	21-07-1993
			JP	5272433 A	19-10-1993
US 5924634	A	20-07-1999	DE	19607266 A1	02-10-1996
			BR	9605943 A	19-08-1997
			BR	9605945 A	19-08-1997
			BR	9605946 A	19-08-1997
			CN	1147844 A ,B	16-04-1997
			CN	1149907 A	14-05-1997
			CN	1145656 A ,B	19-03-1997
			WO	9630643 A1	03-10-1996
			WO	9630644 A1	03-10-1996
			WO	9630645 A1	03-10-1996
			DE	19607277 A1	02-10-1996
			DE	19607288 A1	02-10-1996
			DE	59609334 D1	18-07-2002
			DE	59609364 D1	25-07-2002
			DE	59609505 D1	05-09-2002
			EP	1184565 A2	06-03-2002
			EP	0787254 A1	06-08-1997
			EP	0787255 A1	06-08-1997
			EP	0787256 A1	06-08-1997
			ES	2178702 T3	01-01-2003
			ES	2180746 T3	16-02-2003
			ES	2179184 T3	16-01-2003
			JP	10502130 T	24-02-1998
			JP	10502131 T	24-02-1998
			JP	3579426 B2	20-10-2004
			JP	10502132 T	24-02-1998
			RU	2149226 C1	20-05-2000
			RU	2157912 C2	20-10-2000
			RU	2158846 C2	10-11-2000
			US	5976342 A	02-11-1999
			US	5766441 A	16-06-1998
			US	5899390 A	04-05-1999
EP 0692625	A	17-01-1996	EP	0692625 A1	17-01-1996
			CN	1133394 A ,B	16-10-1996
			DE	59409040 D1	03-02-2000
			DK	692625 T3	17-04-2000
			FI	953430 A	16-01-1996
			JP	8049634 A	20-02-1996
US 2002100821	A1	01-08-2002	JP	2002227748 A	14-08-2002
			DE	10203622 A1	17-10-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052604

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F02M61/18 F02M61/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/141387 A1 (XU MIN) 31. Juli 2003 (2003-07-31) Absatz '0016! Absätze '0022!, '0024! - '0026!; Abbildungen 9,10	1-8,10, 12
X	US 2003/164412 A1 (IWASE SATORU) 4. September 2003 (2003-09-04) Zusammenfassung; Abbildung 3	1,3,6,8, 10
X	US 5 058 810 A (BONFIGLIOLI SILVERIO ET AL) 22. Oktober 1991 (1991-10-22) Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 3, Zeile 3 Spalte 3, Zeilen 7,8,45-48; Abbildungen 2-7	1-3,5,9, 12
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Januar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/01/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Boye, M



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052604

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 551 633 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21. Juli 1993 (1993-07-21) Spalte 1, Zeilen 40-44 Spalte 2, Zeilen 18-30; Abbildungen 1,2 -----	1-3,5
X	US 5 924 634 A (FUCHS HEINZ ET AL) 20. Juli 1999 (1999-07-20) Spalte 8, Zeilen 31-53 -----	1
X	EP 0 692 625 A (NEW SULZER DIESEL AG) 17. Januar 1996 (1996-01-17) Zusammenfassung; Abbildung 2 -----	1
X	US 2002/100821 A1 (HIRATA HIROAKI ET AL) 1. August 2002 (2002-08-01) Zusammenfassung; Abbildungen 6,7,12 -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052604

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003141387 A1	31-07-2003	DE 10303858 A1 GB 2386156 A ,B	14-08-2003 10-09-2003
US 2003164412 A1	04-09-2003	JP 2003254190 A DE 10308588 A1	10-09-2003 18-09-2003
US 5058810 A	22-10-1991	IT 214617 Z2 DE 3920681 A1 FR 2633334 A1 GB 2221250 A	09-05-1990 28-12-1989 29-12-1989 31-01-1990
EP 0551633 A	21-07-1993	DE 4200709 A1 EP 0551633 A1 JP 5272433 A	15-07-1993 21-07-1993 19-10-1993
US 5924634 A	20-07-1999	DE 19607266 A1 BR 9605943 A BR 9605945 A BR 9605946 A CN 1147844 A ,B CN 1149907 A CN 1145656 A ,B WO 9630643 A1 WO 9630644 A1 WO 9630645 A1 DE 19607277 A1 DE 19607288 A1 DE 59609334 D1 DE 59609364 D1 DE 59609505 D1 EP 1184565 A2 EP 0787254 A1 EP 0787255 A1 EP 0787256 A1 ES 2178702 T3 ES 2180746 T3 ES 2179184 T3 JP 10502130 T JP 10502131 T JP 3579426 B2 JP 10502132 T RU 2149226 C1 RU 2157912 C2 RU 2158846 C2 US 5976342 A US 5766441 A US 5899390 A	02-10-1996 19-08-1997 19-08-1997 19-08-1997 16-04-1997 14-05-1997 19-03-1997 03-10-1996 03-10-1996 03-10-1996 02-10-1996 02-10-1996 18-07-2002 25-07-2002 05-09-2002 06-03-2002 06-08-1997 06-08-1997 06-08-1997 01-01-2003 16-02-2003 16-01-2003 24-02-1998 24-02-1998 20-10-2004 24-02-1998 20-05-2000 20-10-2000 10-11-2000 02-11-1999 16-06-1998 04-05-1999
EP 0692625 A	17-01-1996	EP 0692625 A1 CN 1133394 A ,B DE 59409040 D1 DK 692625 T3 FI 953430 A JP 8049634 A	17-01-1996 16-10-1996 03-02-2000 17-04-2000 16-01-1996 20-02-1996
US 2002100821 A1	01-08-2002	JP 2002227748 A DE 10203622 A1	14-08-2002 17-10-2002